

(Aus dem thierphysiol. Laboratorium der kgl. landw. Hochschule zu Berlin.)

Ueber die Einwirkung der Muskularbeit auf den Blutdruck.

Von

Prof. **F. Tangl** (Budapest) und Prof. **N. Zuntz** (Berlin).

Die Einwirkung der Muskelthätigkeit auf den Blutkreislauf ist eine so complexe, dass ihr Effect auf die arterielle Spannung sich durchaus nicht voraussagen lässt. In der Norm ist jede motorische Innervation eines Muskels mit einer Erweiterung seiner zuführenden Gefässe verbunden, wie am überzeugendsten durch die Versuche von Chauveau und Kauffmann¹⁾ am Masseter und Levator Labii superioris des Pferdes dargethan ist. Die aus den Venen des Muskels ausfliessende Blutmenge war in diesen Versuchen bei der willkürlichen durch Vorlegen von Futter herbeigeführten Thätigkeit 3 bis 5 Mal grösser als in der Ruhe. Wenn eine solche Erweiterung der Muskelgefässe in grossen Muskelgruppen zugleich erfolgt, wie bei der natürlichen Locomotion der Thiere, muss der arterielle Druck sinken, falls nicht andere Momente dem entgegen wirken. Von solchen Momenten macht sich zunächst die Förderung des Venenstroms durch die Arbeit geltend. Die mit Klappen versehenen Venen werden durch jede Zusammenziehung der Muskeln nach dem Herzen hin entleert, zugleich saugt die vertiefte Athmung das Venenblut energischer dem rechten Herzen zu. Wahrscheinlich geht mit der Erweiterung der Muskelgefässe eine Contraction der Arterien im Bereiche der Nervi splanchnici und wohl auch der muskulösen Wandungen der Portalvenen²⁾ einher. Endlich wird die vermehrt dem Herzen zuflliessende

1) Chauveau und Kauffmann, Comptes rendus de l'Académie des Sciences Tom. 104, 1888 und Kauffmann, Arch. des physiol. S. 283. 1892.

2) Vgl. Mall, Die motorischen Nerven der Portalvene. Arch. f. (Anat. u.) Physiol. Suppl. S. 57, 1890 und Der Einfluss des Systems der Vena portae auf die Vertheilung des Blutes. Ibid. S. 409. 1892.

Blutmenge durch die zahlreicheren und kräftigeren Herzcontractionen rascher wieder in das Arteriensystem eingepresst. Wie unter dieser Summe von Einwirkungen der Blutdruck während der Arbeit sich gestalten müsse, ob er unverändert bleibt, ob er steigt oder sinkt, lässt sich nicht voraussehen.

Die experimentelle Beantwortung der Frage ist nach den älteren Methoden der Physiologie, wobei das Thier behufs Verbindung einer Arterie mit dem Manometer des Kymographion gefesselt werden musste, nicht möglich. Wenn man beim Eintritt von Muskelbewegungen solcher Thiere den Blutdruck in der Regel steigen sieht, so kann dieses Steigen ebensowohl Wirkung der sensibeln und sensorischen Reize, welche das Thier zur Sträubung veranlassten, sein, wie eine mit der Muskelbewegung als solcher verknüpfte Reaction. Beim Menschen sind ja einige Versuchsreihen über den Einfluss des Gehens, des Bergsteigens, des Raddrehens und anderer Muskelübungen auf den Blutdruck ausgeführt worden, aber abgesehen von dem Umstande, dass hier die Druckmessung nicht während, sondern nach der Arbeit erfolgte, haften den Resultaten alle die Unsicherheiten und Bedenken an, welche mit der Benutzung des von Basch'schen Sphygmomanometers zur Blutdruckmessung verknüpft sind. Oertel¹⁾ findet nach dieser Methode in einzelnen Fällen erheblichere, meist nur ganz geringe Erhöhung des Blutdrucks nach mehrstündigem Marschieren. Christ²⁾; bei Gehversuchen auf einem Stufentretwerk Anfangs Zunahme des Blutdrucks, später, bei Steigerung der Arbeit, Sinken desselben.

Mit exacten Methoden und unter möglichster Vermeidung der Complication durch sensible Reize hat der eine von uns (Z.) im Vereine mit O. Hagemann den Blutdruck in der Carotis bezw. in der Arteria transversa faciei des Pferdes bei Ruhe und Arbeit gemessen, wobei das mehrfach beschriebene Tretwerk des Thierphysiologischen Instituts der Landwirthschaftlichen Hochschule es ermöglichte, eine dauernde Verbindung zwischen Arterie und Manometer auch während des raschen Gehens bezw. Bergaufsteigens aufrecht zu erhalten. Eine erste Mittheilung über diese Versuche gibt ein Vortrag im Berliner Verein für innere Medicin³⁾; die ausführliche Mittheilung

1) Allgem. Therapie der Kreislaufstörungen S. 148 ff. Leipzig 1885.

2) Christ, Ueber den Einfluss der Muskelarbeit auf die Herzthätigkeit. Deutsches Arch. f. klin. Medicin Bd. S. 102.

3) N. Zuntz, Die Ernährung des Herzens etc. Deutsche med. Wochenschrift 1892.

steht noch aus. Im Mittel von 9 Versuchen war der Blutdruck bei den ruhenden Thieren 155 mm Quecksilber, im Mittel von 10 Versuchen bei den arbeitenden 143 mm. Die Arbeit des Bergaufsteigens in ruhigem Schritt hat also den Blutdruck um 12 mm herabgesetzt. Das gleiche Resultat erzielte Kauffmann¹⁾ in einer auf ähnliche Weise am Pferde angestellten Versuchsreihe.

Wir haben, veranlasst durch den Widerspruch, in welchem sich die Erfahrungen am Pferde mit der geläufigen Anschauung der Kliniker in Bezug auf den Einfluss der Arbeit auf den Druck in den menschlichen Arterien befinden, im vergangenen Sommer 1897 versucht, mit Hilfe der von Hürthle jüngst ausgearbeiteten Methode den Blutdruck beim ruhenden und arbeitenden Menschen zu vergleichen. Wir fanden zunächst, dass die durch Heben von Gewichten mit Hilfe der einen Hand im Sitzen ausgeführte Arbeit den Druck in den Arterien der andern Hand merklich steigerte. Dieses Ergebniss durfte aber nicht ohne Weiteres als normaler Effect der Arbeit angesehen werden. Die Körperhaltung war bei diesen Versuchen eine ziemlich gezwungene, die Athmung konnte nicht so frei und ungehindert wie bei Arbeit, welche vorwiegend die unteren Extremitäten beansprucht, erfolgen. Wir brachten dann den Hürthle'schen Apparat an dem Gerüste des Tretwerks in der Art an, dass der Mensch, während sich sein linker Arm unbeweglich in der plethysmographischen Kapsel des Apparates befand, durch Bergaufsteigen erhebliche Arbeit leisten konnte. Auch hier schien die Arbeit steigend auf den Arteriendruck zu wirken. Es gelang uns aber nicht, die technischen Schwierigkeiten, welche der Apparat an sich bietet, und welche durch die Erschütterungen des Tretwerkes, durch die unvermeidlichen Verschiebungen, die der in der Kapsel steckende Arm beim Gehen erleidet, wesentlich gesteigert wurden, in befriedigender Weise zu überwinden. Wir haben desshalb nach einer Reihe von Versuchen vorläufig darauf verzichtet, die Frage beim Menschen weiter zu verfolgen.

Leicht gelang es beim Hunde, einwandfreie Beobachtungen zu machen. Den Thieren wurde ohne Narkose eine Canüle in eine (meistens in die linke) Arteria Carotis eingebunden und dann die Wunde durch Muskel- und Hautnähte geschlossen. An die Canüle fügte sich

1) M. Kauffmann, Influence des mouvements musculaires physiologiques sur la circulation artérielle. Arch. de physiol. sér. 5 t. 4 p. 493.

eine etwa 2 Meter lange, aus dünnen Glasröhren gebildete Kette an, deren einzelne Glieder durch Stückchen dickwandigen capillaren Kautschukschlauchs derart mit einander verbunden waren, dass Glas auf Glas stiess. Die Leitung war vorher unter starkem Druck mit einer 25 procentigen Magnesiumsulfatlösung gefüllt worden. Nachdem der Hund auf's Tretwerk geführt war, wurde die Leitung mit einem seitlich solide aufgestellten grossen Metallmanometer verbunden, das auch schon bei den früheren Versuchen am Pferde gute Dienste geleistet hatte. Ein nahe dem Manometer in die Gliederkette eingeschaltetes T-Rohr diente dazu, von Zeit zu Zeit etwas Magnesiumsulfatlösung in die Leitung einzuspritzen und dadurch einer reichlicheren Ansammlung von Blut in derselben vorzubeugen. Dieser einfache Kunstgriff ermöglichte es, den Versuch Stunden lang fortzusetzen, ohne ernstlich durch Blutgerinnung gestört zu werden; die vorsichtig ausgeführten Einspritzungen der Salzlösung liessen den Blutdruck unbeeinflusst. Die wichtigsten Daten der Versuche haben wir tabellarisch geordnet zusammengestellt. Der Blutdruck ist in diesen Tabellen überall auf die Höhe des Herzens reducirt, dessen senkrechter Abstand vom Manometer für jede der vom Thiere eingenommenen Stellungen sorgfältig ermittelt wurde.

(Siehe die Tabellen auf den Seiten 548—557.)

Aus den Versuchen geht unzweifelhaft hervor, dass beim Hunde die Muskelarbeit regelmässig den Blutdruck steigert. Bei starker, rasch zur Erschöpfung führender Arbeit ist die Steigerung in einigen Fällen sehr bedeutend, in anderen hält sie sich in sehr mässigen Grenzen. Häufig wird zu Beginn der Arbeit ein allerdings nur wenige Secunden dauerndes Absinken des Druckes beobachtet. Diese Thatsache in Verbindung mit den vorher besprochenen Erfahrungen am Pferde, wo der Druck in der Regel während der ganzen Arbeit erniedrigt ist, erklärt sich leicht aus dem Zusammenwirken der Eingangs besprochenen Veränderungen im Lumen der Gefässe und in den Triebkräften des Blutstroms. Offenbar setzt die Erweiterung der Muskelgefässe rascher ein als die Verstärkung der Herzarbeit und die Verengung im Portalsystem — daher das primäre Sinken des Blutdrucks. Erwähnenswerth ist noch, dass wir den Blutdruck unserer in möglichst normalen Verhältnissen sich befindenden Hunde in der Ruhe erheblich niedriger finden, als man ihn auf Grund der Versuche an aufgebundenen unter anormalen unbehaglichen Eindrücken lebenden Thieren anzugeben pflegt.

[Forts. S. 558.]

I. Versuchsreihe.

Hund Körpergewicht 27,7 kg. — Steigung der Bahn 13° 29'.

Zeit	Stellung resp. Gangart des Thieres	Zurückgelegter Weg per 1 Mi- nute m	Erstiegene Höhe im Ganzen m	per 1 Mi- nute m	Blutdruck (Mittel) mm Hg	Schwankungen des Blutdrucks (niedrigster und höchster Druck) mm Hg	Anmerkungen
1. Versuch.							
12 ^h 14 ^m bis 12 ^h 17 ^m	Stehen	}	Nicht bestimmt	{	139,1	123,9—154,3	Die Neigung der Treibbahn beträgt 13° 29'.
12 ^h 22 ^m	"				135,0	—	
12 ^h 22 ^m bis 12 ^h 23 ^m	Schritt				148,2	142,7—161,5	12 ^h 23 ^m Kothenleerung. Das Thier läuft in langsamem Schritt. Während der Kothenleerung steigt der Blutdruck auf 153 mm. Um 12 ^h 27 ^m Pulszahl 108.
12 ^h 23 ^m bis 12 ^h 26 ^m	"				152,5	147,5—155,8	
12 ^h 27 ^m bis 12 ^h 29 ^m	"				152,7	146,7—154,3	
12 ^h 29,5 ^m bis 12 ^h 30 ^m	Stehen	148,2	142,7—154,3				
12 ^h 31 ^m bis 12 ^h 32,5 ^m	"	}			141,4	127,2—148,2	Pulszahl 108.
12 ^h 33 ^m bis 12 ^h 37 ^m	Liegen				138,6	124,7—155,6	
12 ^h 38 ^m bis 12 ^h 41 ^m	"				122,4	116,3—128,5	
2. Versuch.							
12 ^h 41,5 ^m bis 12 ^h 42 ^m	Stehen	{ In 1,5 Minuten 68,72	45,8	16,02	129,9	108,7—140,6	Der Hund steht um 12 ^h 41,5 ^m auf. Etwas dyspnoisches Athmen.
12 ^h 43 ^m bis 12 ^h 44 ^m	"				137,5	131,5—142,9	
12 ^h 45 ^m bis 12 ^h 45,5 ^m	Schritt				147,5	142,9—154,3	Der Hund weigerte sich zu gehen.
12 ^h 46 ^m bis 12 ^h 46,5 ^m	"				155,1	140,6—169,5	
12 ^h 47 ^m bis 12 ^h 48 ^m	Stehen				144,3	139,1—146,7	
12 ^h 48 ^m bis 12 ^h 49 ^m	Liegen				139,5	130—160,4	
12 ^h 50 ^m bis 12 ^h 55 ^m	"				128,5	118,6—133,8	

3. Versuch.					Der Hund setzte sich einige Male. Blutdruck nicht verändert.
Stehen	In	94,9	39,7	121,6—140	
12h 59m bis 1h 1m	10,25 Minuten 407,0			135,3	Das Thier geht schneller. Pulszahl 128. Das Thier geht langsamer. Das Thier geht schneller. Das Thier hachelt.
1h 1m bis 1h 1,5m				151,3	
1h 2m bis 1h 3m				147,5	
1h 3m bis 1h 4,5m				150,0	
1h 5m bis 1h 8m				146,7	
1h 8m bis 1h 11,25m				149,4	
1h 11,25m bis 1h 12m				139,5	
1h 13m bis 1h 14m				135,3	
1h 15m bis 1h 17m				125,4	
1h 17m bis 1h 22m				120,1	
1h 23m bis 1h 30m				123,1	
				116,0—126,2	
				120,1—126,2	

4. Versuch.					Der Gang der Treibbahn wird beschleunigt.
Stehen	In	84,4	43,9	109,5—141	
1h 30m bis 1h 32m	8,25 Minuten 362,1			127,7	Der Hund pisst während des Laufens. Der Blutdruck bleibt nur während des Pissens so ausserordentlich hoch. Der Hund hachelt noch.
1h 30,25m bis 1h 33m				130,0	
1h 33m bis 1h 34m				134,5	
1h 34,5m bis 1h 37m				152,3	
1h 37,5m bis 1h 38m				164,9	
1h 38m bis 1h 38,5m				180,1	Ab und zu hachelt das Thier. Pulszahl 120.
1h 39m bis 1h 40,5m				160,4	
1h 40,5 bis 1h 42m				139,1	
1h 42,5m bis 1h 45m				139,9	
1h 45m bis 1h 49,7m				136,1	
1h 50m bis 1h 56,5m				134,6	
1h 57m bis 2h 1,5m				129,3—138,4	
				122,4—136,1	

Zeit	Stellung resp. Gangart des Thieres.	Zurückgelegter Weg im Ganzen m	per 1 Mi- nute m	Erstiegene Höhe im m Ganzen	per 1 Mi- nute m	Blutdruck (Mittel) mm Hg	Schwankungen des Blutdrucks (niedrigster und höchster Druck) mm Hg	Anmerkungen
5. Versuch.								
2h 2m bis 2h 3m	Stehen	In 10,75 Min. 507,5 m	47,16	118,3	10,99	131,2	126,9—133,0	Während des Laufens hachelt das Thier.
2h 3,75m bis 2h 5m	Schritt					132,3	127,7—148,2	
2h 5,5m bis 2h 7m	"					148,2	145,2—152,8	
2h 7,5m bis 2h 11m	"					145,1	138,5—157,3	
2h 11,5m bis 2h 14,5m	"					148,2	145,1—149,7	
2h 14,5m bis 2h 15m	Stehen	In 10,75 Min. 507,5 m	47,16	118,3	10,99	135,6	132,2—136,8	Im Anfange, auch während des Liegens starke Polypnoë.
2h 15,5m bis 2h 17,5m	Liegen					148,2	140,4—155,2	
2h 18m bis 2h 21,5m	"					139,3	133—148	
2h 22m bis 2h 25m	"					136,8	133—142,9	
II. Versuchsreihe.								
Hund Körpergewicht 19,27 kg. — Steigung der Bahn 13° 29'.								
1. Versuch.								
10h 51m bis 10h 53m	Stehen	In 14,5 Min. 639,6	44,1	149,1	10,28	125,1	118,7—132,0	Während des Laufens athmet das Thier ganz ruhig mit geschlossenem Maul.
10h 53,5m bis 10h 55m	Schritt					127,1	117,5—132,7	
10h 55,5m bis 11h 0m	etwas rascherer Schritt					127	118—131	
11h 0,5m bis 11h 3,5m	"					128	121—133	
11h 4m bis 11h 8m	"					129	121—134	
11h 8m bis 11h 10m	Stillstand	In 14,5 Min. 639,6	44,1	149,1	10,28	127	120—133	
11h 10,5m bis 11h 12m	"					123	114—130	
11h 12,5m bis 11h 20m	Liegen					116	109—123	

2. Versuch.

11h 21m bis 11h 23m	Stehen				121,3	115—130	
11h 24m bis 12h 24,5m	Liegen				120	116—124	
11h 25m bis 11h 26m	Stehen				123,7	118—125	Pulszahl 100.
11h 26,25m bis 11h 27m	Schritt	In 26 1/4 Min. 1520	57,9	354,2	124	120—125	Im Momente, in welchem das Laufen beginnt, sinkt der Blutdruck für einen Augenblick auf 109 mm.
11h 27,5m bis 11h 30m	"				125	118—132	
11h 30,5m bis 11h 34m	rascherer Schritt				128	126—130	Pulszahl 144.
11h 34,5m bis 11h 38,5m	"				128	115—132	Athmet von jetzt an mit geöffnetem Maul. Der Hund pisst.
11h 39m bis 11h 41m	"				133	125—139	
11h 41,5m bis 11h 42m	"				133	129—138	
11h 42m bis 11h 47m	"				133	129—138	
11h 47,5m bis 11h 48m	"				134	126—136	
11h 48,5m bis 11h 52,5m	"				133	129—140	
11h 52,5m bis 11h 53,5m	Stehen				132	123—142	
11h 55m bis 11h 56m	"				117	111—128	
11h 56,5m bis 11h 57m	Liegen				119	110—125	Liegt ruhig an derselben Stelle.
11h 57,5m bis 11h 59m	"				116	108—121	
12h bis 12h 1m	"				114	106—119	
12h 2m bis 12h 5m	"				111	103—122	Hachelt nicht mehr.

3. Versuch.

12h 18m bis 12h 23m	Liegen	114	106—118	
12h 23,5m bis 12h 25m	Stehen	125	121—131	

Zeit	Stellung resp. Gangart des Thieres	Zurückgelegter Weg im Ganzen m	per 1 Mi- nute m	Erstiegene Höhe im m	per 1 Mi- nute m	Blutdruck (Mittel) mm Hg	Schwankungen des Blutdrucks (niedrigster und höchster Druck) mm Hg	Anmerkungen
3. Versuch (Fortsetzung).								
12h 25,5m bis 12h 26m	Trab	In 6¾ Min. 533,9	79,1	124,4	18,4	128	123—133	In dem Momente, in welchem das Laufen beginnt, sinkt der Blutdruck auf einen Augenblick auf 112 mm, um dann gleich zu steigen.
12h 26,5m bis 12h 28,5m	"					134,4	122—142	
12h 29m bis 12h 30,5m	"					141	138—146	
12h 31m bis 12h 32,25m	"					147	144—150	
12h 32,25m bis 12h 32,8m	Stillstand					139	135—142	
12h 33m bis 12h 34m	"					139	135—144	
12h 35m bis 12h 37m	Liegen					126	120—133	
12h 37,5m bis 12h 39m	"					122	118—131	
12h 42m bis 12h 48m	"					116	109—122	
12h 52m bis 1h 0m	"					119	108—128	
4. Versuch.								
1h 2m bis 1h 3,5m	Stehen	In 3,92 Min. 449,3	114,6	104,7	26,7	131	126—137	Im Moment d. Beginnes d. Laufes sinkt der Blutdruck f. einen Augenblick auf 118 mm. Zeichen der Ermüdung.
1h 3,7m bis 1h 4,5m	rascher Trab					139,9	128—148	
1h 5m bis 1h 7,5m	"					158	137—154	
1h 8m bis 1h 9,5m	Stillstand					146	136—153	Im Momente des Stillstandes Kohtentleerung.
1h 11m bis 1h 13m	Liegen					138	130—144	
1h 13,5m bis 1h 25,5m	"					134	130—139	

5. Versuch.

1h 27m bis 1h 29m	Stehen	In 1,75 Min. 245,0	140,4	52,3	32,7	130	111—137	Den riesig raschen Lauf kann der Hund nur schwer zwingen — lässt sich während einiger Augenblicke schleifen. Am Beginn des Laufens sank der Blutdruck auf einen Augenblick auf 126 mm. Der Gang der Treibbahn wird deshalb verlangsamt, so dass der Hund im Schritt läuft. Beschleunigung des Ganges bis zum Trab, weil aber das Thier schon müde ist, wird der Gang wieder verlangsamt.
1h 30,25m bis 1h 30,5m	rascher Trab	In 3,5 Min. 153,3	47,2	35,7	10,99	143	(126)—149	
1h 31m bis 1h 32,0m	sehr rasch					144	141—168—173 156	
1h 32,5m bis 1h 33m	Schritt	In 4,5 Min. 298,7	66,4	69,6	15,5	143	141—149	
1h 33,5m bis 1h 35,5m	"					151	139—147	
1h 35,5m bis 1h 37,5m	Trab	In 3,5 Min. 153,3	47,2	35,7	10,99	149	143—156	
1h 38m bis 1h 38,5m	Schritt					144	146—153	
1h 39m bis 1h 40m	"	In 3,5 Min. 153,3	47,2	35,7	10,99	137	141—146	
1h 40m bis 1h 40,8m	Stillstand					133	133—141	
1h 41m bis 1h 42m	Stehen	In 3,5 Min. 153,3	47,2	35,7	10,99	125	130—137	
1h 43m bis 1h 45,5m	Liegen					124	122—130	
2h 7m bis 2h 8m	"	In 3,5 Min. 153,3	47,2	35,7	10,99	138	117—144	
						137	133—141	

III. Versuchsreihe.

Steigung der Bahn 13° 29'.

1. Versuch.

12h 18m bis 12h 20,5m	Stehen	In 3,5 Min. 256,4	73,3	59,8	16,69	138	134—141	Derselbe Hund, wie in der Versuchsreihe II. Die Canüle ist in die andere (rechte) Carotis gebunden. Vor Beginn des Versuches musste die Canüle einige Male mit Mg SO ₄ -Lösung ausgespritzt werden.
12h 20,8m bis 12h 23,5m	Schritt	In 10,75 Min. 1234	114,8	237,7	26,76	137	126—141	
12h 23,5m bis 12h 24m	Trab					138	135—142	
12h 24,3m bis 12h 26,5m	"	In 3,5 Min. 153,3	47,2	35,7	10,99	143	140—151	
12h 27m bis 12h 30m	"					147	145—153	
12h 31m bis 12h 32,5m	"	In 3,5 Min. 153,3	47,2	35,7	10,99	149	137—155	
12h 33m bis 12h 34,5m	"					153	147—158	
		In 3,5 Min. 153,3	47,2	35,7	10,99	138	134—141	
						137	126—141	
		In 3,5 Min. 153,3	47,2	35,7	10,99	138	135—142	
						143	140—151	

Zeit	Stellung resp. Gangart des Thieres	Zurückgelegter Weg im Ganzen m	per 1 Minute m	Erstiegene Höhe im Ganzen m	per 1 Minute m	Blutdruck (Mittel) mm Hg	Schwankungen des Blutdrucks (niedrigster und höchster Druck) mm Hg	Anmerkungen
1. Versuch. (Fortsetzung.)								
12h 35m bis 12h 37m	{ Stillstand					146	140—152	Während dieser Pause wird die Tretbahn horizontal gestellt. Das Thier horcht sehr aufmerksam.
12h 37,5m bis 12h 39m	{ Stehen					151	147—156	
2. Versuch.								
12h 51m bis 12h 53m	Sitzen					152	149—153	Die Tretbahn steht horizontal.
12h 55m bis 12h 57m	Stehen					155	154—156	
12h 57,6m bis 12h 58m	Schritt					152	149—165	Der Dampf der Maschine geht allmählich aus, so dass es nicht gelingt, die Tretbahn in schnelleren Gang zu bringen.
12h 58,5m bis 1h 1,5m	"					162	155—165	
1h 2,5m bis 1h 3,5m	Schritt etwas schneller	In 9,34 Min. 293,4	31,41	—	—	157	155—159	Die Tretbahn geht immer langsamer bis sie stehen bleibt.
1h 4m bis 1h 6,5m	"					155	152—159	
1h 6,5m bis 1h 11,5m	"					156	153—159	
1h 12m bis 1h 17m	"			Nicht bestimmt		153	150—161	
1h 18m bis 1h 20,5m	Stehen					156	152—160	
1h 23,5m						151	140—158	
IV. Versuchsreihe. Hund 13 kg.								
1. Versuch.								
10h 26m bis 10h 28m	Stehen					116	105—122	In allen Versuchen dieser Versuchsreihe war die Tretbahn horizontal gestellt.
10h 28,5m bis 10h 31m	Sitzen					117	102—128	

10h 31,5m	Stehen				116	113—119
10h 32m bis 10h 32,5m	Schritt	In 5,5 Min. 251,1	45,6	—	{ 121 135	98—132 124—146
10h 33m bis 10h 37,5m	"					
10h 38m bis 10h 42m	Leichter Trab	In 5 Min. 317,2	63,4	—	139	129—146
10h 42,5m bis 10h 44m	Schnellerer Trab					
10h 44,5h bis 10h 47,3m	Noch schneller	In 5,3 Min. 520,7	98,2	—	{ 141 148	132—145 142—153
10h 47,3m bis 10h 49m	Stillstand				145	136—153

Am Beginn des Laufens sank der Blutdruck für einige Augenblicke auf 98 mm, um dann gleich anzusteigen.

2. Versuch.

11h 10m bis 11h 12m	Stehen				107	106—115
11h 14m bis 11h 16,3m	"				106	92—112
11h 16,3m bis 11h 17m	Schritt	In 3,7 Min. 161,2	43,6	—	{ 111 121	107—115 115—129
11h 17m bis 11h 20m	"					
11h 20,0m bis 11h 24,3m	Schneller Trab	In 4,3 Min. 407	94,7	—	126	108—134
11h 24,3m bis 11h 25,3m	Stehen				123	115—129
11h 26m bis 11h 26,5m	Sitzen				127	115—137
11h 27m bis 11h 32m	Liegen				124	113—134
11h 32m bis 11h 37m	"				116	104—128

Zwischen dem 1. und 2. Versuch Calamitäten mit der Arterienanüle, Ausspritzen des Blutgerinnsels.

} Das Thier liegt dauernd ruhig.

Zeit	Stellung resp. Gangart des Thieres	Zurückgelegter Weg		Erstiegene Höhe		Blutdruck (Mittel)	Schwankungen des Blutdrucks (niedrigster und höchster Druck)	Anmerkungen
		im Ganzen	per 1 Minute	im Ganzen	per 1 Minute	mm Hg	mm Hg	
		m	m	m	m			
3. Versuch.								
11h 37,5m bis 11h 38,5m	Sitzen					113	108—119	Am Anfange des Laufens plötzlich Sinken des Blutdruckes auf 96 mm — nach einigen Augenblicken Ansteigen. Im Anfange langsam, dann schneller Trab. Unterbrechung v. 15 Sek., dann sehr rasch. Gegen Ende lässt sich das Thier schleifen. Während des Schleifens steigt der Blutdruck auf 159 mm.
11h 40m	Schritt						(96—113)	
11h 41m bis 11h 41,5m	sehr schneller Trab	In 4,5 Min. 327,7	72,8	—	}	126	124—130	
11h 42m bis 11h 44,5m				135		123—145		
						159		
11h 45m bis 11h 46,5m	Stehen					134	124—143	
11h 47m bis 11h 52m	Sitzen					122	108—134	
4. Versuch.								
11h 57m bis 11h 59m	Stehen					115	103—128	Am Anfange des Laufens sinkt der Blutdruck plötzlich, aber nur für einige Augenblicke auf 99 mm. Der rasche Trab beginnt bereits nach 1/4 Min. Der Blutdruck steigt sofort sehr rasch mit sehr grossen Schwankungen.
11h 59,5m	Gehen					127	124—129	
11h 59,5m bis 12h 1,5m	riesig schneller Trab	In 4 Min. 338,3	84,6	—	}	177	158—205	
11h 1,8m bis 12h 3m	"						199	

[illegible]

5. Versuch.

Im Mittel aller Versuche beträgt der Druck beim ruhig liegenden oder sitzenden Thiere 124 mm, beim stehenden 128 mm. Die Zahlen der Reihe III sind höher als die übrigen, unter einander nur wenig abweichenden, sie ergeben 152 mm im Sitzen, 138 bis 155 mm im Stehen. Der zu diesem Versuche benutzte Hund hatte schon am Tage vorher zu Reihe II gedient. Es war daher bei ihm die linke Carotis seit gestern geschlossen, und die rechte wurde jetzt zum Zwecke der Druckmessung aus der Circulation ausgeschaltet. Auf Grund analoger Erfahrungen, welche G e p p e r t und Z u n t z über Verstärkung der Atheminnervation bei Verschluss der Carotiden gemacht haben, ist es wahrscheinlich, dass es sich hier um eine durch Hirnanämie bedingte Reizung, welche zur Blutdruckssteigerung führt, handelt.

Wenn wir die während der Arbeit beobachteten Druckwerthe derart in 2 Gruppen theilen, dass die eine die leichte Arbeit und die ersten Minuten schwerer Arbeitsleistungen enthält, die andere die späteren Stadien derselben, in welchen die Anstrengung sich durch röchelnde Athmung bei hervorgestreckter Zunge documentirt, so finden wir für die erste Kategorie einen Mitteldruck von 134 mm, für die zweite einen solchen von 151 mm.

Der beim ruhig stehenden Hunde herrschende Blutdruck wächst unter dem Einfluss der Arbeit im ersten Falle um nur 6 mm, im letzteren um 23 mm. Wenn der Hund zu derartig schnellem Laufen veranlasst wird, dass er schon nach wenig Minuten erschöpft ist, kommt es zuweilen zu sehr erheblichen Drucksteigerungen, so betrug das Maximum in Reihe IV Versuch 4 — 235 mm, Versuch 5 — 242 mm.

Zum Schlusse sei noch auf den Einfluss der Bauchpresse auf den arteriellen Blutdruck hingewiesen, der besonders in der Reihe I Versuch 1 und 4 sehr augenscheinlich ist. In beiden Versuchen stieg er bei der Koth- resp. Harnentleerung bedeutend in die Höhe, wobei auch gewiss der Umstand von Einfluss war, dass während des Laufens diese Art der Inanspruchnahme der Bauchpresse mit grösserer Muskelanstrengung verbunden ist, als wenn die erwähnten Entleerungen während des Stillstandes erfolgen.